

50X1-HUM

Page Denied

Next 1 Page(s) In Document Denied

FOR OFFICIAL USE ONLY

Том 2, № 5, 1961

ЖУРНАЛ СТРУКТУРНОЙ ХИМИИ

Ю. П. Воробей, Л. А. Лейтес и В. Ф. Миронов

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СПЕКТРОВ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ АЛЛИЛСИЛАНОВ, -ГЕРМАНОВ И -СТАННАНОВ

Исследованы спектры комбинационного рассеяния аллилгерманов и аллилстаннана. Показано, что аллильная группа, присоединенная к атомам Ge и Sn (так же как и Si) обладает совокупностью характеристических частот, причем интенсивность соответствующих линий с ростом числа аллильных групп возрастает аддитивно. Найдено, что при замене в молекуле четвертного атома C на Si, Ge и Sn общий характер изменения спектра состоит в резком возрастании интенсивности линий, связанных с колебаниями, в которых принимает участие атом M; частоты колебаний при этом понижаются. Интенсивность и положение остальных линий изменяются мало. Установлено, что специфическое взаимодействие атома M и связи C = C в β-положении по отношению к нему, усиливается при замене Si на Ge и Sn. Интенсивность линии, соответствующей колебанию двойной связи, при этом возрастает приблизительно в геометрической прогрессии.

Исследование взаимного влияния атомов в молекуле открывает новые возможности для углубления знаний о природе химической связи. Наши работы в этой области посвящены рассмотрению тех изменений, которые вызывает в органической молекуле замена четвертного атома углерода на гетероатом: кремний, германий, олово. Этот ряд интересен потому, что здесь природа центрального атома изменяется от типичного неметалла — углерода — через элементы, обнаруживающие промежуточные свойства, — кремний и германий — к типичному металлу — олову.

Выполненное нами ранее сравнительное изучение химического поведения и спектров подобно построенных соединений углерода и кремния [1—5] показало, что атом Si способен взаимодействовать с кратными связями, расположенными в β-положении к нему, и что это влияние по своим спектральным и химическим проявлениям аналогично сопряжению кратных связей. Кроме того, атом Si обладает так называемыми «барьер-

ными» свойствами: заместители R в молекуле

$$\begin{array}{c} R_1 \quad R_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ Si \\ \diagup \quad \diagdown \\ R_3 \quad R_4 \end{array}$$

где R — алкил, аллил или

арил, слабо взаимодействуют между собой, что приводит к появлению в колебательном спектре характеристических частот, присущих каждому из радикалов R у Si. Далее нами было показано [6—9], что эти же свойства сохраняются и еще усилятся в спектрах германий- и оловоорганических соединений.

К настоящему времени в этом аспекте изучены спектры следующих рядов соединений: $(CH_3)_3M$ [10—14], $(CH_3)_2M - CH = CH_2$ [7], $(CH_3)_2M - CH_2 - CH = CH_2$ [6, 8]. В работах [10—14] подробно исследованы колебательные спектры тетраметилзамещенных C, Si, Ge, Sn (с расчетом силовых постоянных и колебательных частот), а также интенсивности линий, соответствующих полностью симметричным колебаниям системы [14]. Из этих работ можно заключить, что при соответствующем переходе от C к Sn происходит понижение частот остова (с уменьшением постоянных взаимодействия между связями M—C), а также увеличение интенсивности линий комбинационного рассеяния, соответствующих колебаниям, в которых в той или иной мере принимает участие центральный атом M. В спектрах комбинационного рассеяния (КР) винилпропановидных М [7] при переходе от C к Sn наряду с указанными эффектами было обнаружено постепенное уменьшение интенсивности линии, соответствующей колебанию двойной связи C = C. В противоположность этому, в спектрах КР аллилпропановидных М [8] наблю-

FOR OFFICIAL USE ONLY

FOR OFFICIAL USE ONLY

КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЯНИЕ АЛЛИЛСИЛАНОВ, ГЕРМАНОВ И СТНАНАНОВ 563

дальше рост интенсивности соответствующей линии примерно в отношении 1 : 2 : 4 : 8 при переходе $C \rightarrow Si \rightarrow Ge \rightarrow Sn$.

В настоящей работе мы подробно изучили спектры КР аллилпроизводных элементов IV группы периодической системы. С этой целью нами были получены спектры КР следующих соединений, синтез которых описан ранее [15]:

- I. $(CH_3)_3C-CH_2-CH=CH_2^*$
- II. $(CH_3)_3Ge-CH_2-CH=CH_2$
- III. $(CH_3)_3Ge(CH_2-CH=CH_2)_2$
- IV. $CH_3Ge(CH_2-CH=CH_2)_3$
- V. $(CH_3)_3Sn-CH_2-CH=CH_2$

Используемые для сравнения данные о частотах и интенсивностях линий в спектрах КР $(CH_3)_3Si-CH_2-CH=CH_2$, $(CH_3)_3Si(CH_2-CH=CH_2)_2$ и $CH_3Si(CH_2-CH=CH_2)_3$ взяты из [5].

Спектры были получены на приборе ИСП-51 со средней камерой. Положение частот измерено путем сравнения со спектром железной дуги на компараторе ПЗА-2. Интенсивность в максимуме линии промерена методом фотографической фотометрии (микрофотометры МФ-2 и МФ-4) по методике [16] и выражена в циклогексановой шкале (интенсивность в максимуме линии циклогексана 802 см^{-1} принята за 250 ед.). В качестве эталона для сравнения мы использовали спектр $(CH_3)_3SiCH_2-CH=CH_2$, интенсивность линий которого в циклогексановой шкале надежно установлена в [5]. Для пересчета интенсивности на равное число молекул в рассеивающем объеме использовалась формула $I_M = I_0 d_0 M_0 / d_s M_s$, где I_M — интенсивность на равное число молекул в рассеивающем объеме, I_0 — интенсивность, приведенная к единице объема; d_0 и d_s — удельный вес циклогексана и вещества соответственно; M_0 и M_s — молекулярный вес циклогексана и вещества соответственно. Нами были получены также данные степени деполаризации ρ наиболее интенсивных линий КР **. С этой целью на сосуд с рассеивающим веществом надевался цилиндр из соответственно ориентированной пирроидной пленки. Поскольку нами не был соблюден ряд условий, необходимых для прецизионного измерения ρ (например, строгая параллельность возбуждающих лучей), наши данные о степени деполаризации носят полуколичественный характер.

Спектры КР ($\Delta\nu$ в см^{-1})

Первая цифра в скобках — интенсивность в максимуме линии в циклогексановой шкале, отнесенная к единице объема; вторая — степень деполаризации. Для каждого вещества приводятся коэффициенты для пересчета интенсивности на равное число молекул в рассеивающем объеме

$$k = \frac{d_0 M_0}{M_s d_s}$$

I. $(CH_3)_3C-CH_2-CH=CH_2$

190 (20), 233 (8), 318 (25), 340 (30), 377 (10), 460 (10), 619 (40), 755 (70), 878 (20), 911 (3), 929 (22), 953 (5), 991 (5), 1024 (10), 1098 (15), 1139 (20), 1191 (30), 1288 (50), 1410 (25), 1440 (35), 1640 (90).

$$k = \frac{0,7787 \cdot 98}{84 \cdot 0,6827} = 1,33$$

II. $(CH_3)_3Ge-CH_2-CH=CH_2$

184 (150, дп), 198 (150, дп), 263 (30; 0,87), 400 (40; 0,30), 526 (160; 0,20), 572 (300; 0,18), 619 (10; 1,0), 688 (25; 0,44), 759 (15), 806 (5), 890 (25), 930 (4, дп), 990 (4, дп), 1139 (20; 0,52), 1195 (10; 0,82), 1243 (25; 0,48), 1300 (70; 0,30), 1398 (25; 0,62), 1420 (15), 1639 (10; 0,26), 2909 (320; 0,22), 2935 (20), 2973 (125; 0,89), 2994 (75; 0,28), 3080 (25; 0,80).

$$k = \frac{0,7787 \cdot 159}{84 \cdot 0,9952} = 1,48$$

III. $(CH_3)_3Ge(CH_2-CH=CH_2)_2$

184 (200), 195 (200), 254 (10), 272 (8), 374 (40; 0,45), 401 (60; 0,37), 521 (140; 0,25), 537 (80; 0,73), 585 (145; 0,39), 605 (80; 0,76), 690 (35; 0,81), 892 (60), 935 (10, дп),

* Спектр этого вещества опубликован в [16] по данным [17]. Интенсивности, полученные нами, несколько отличаются от приведенных в [16].

** Для $(CH_3)_3C-CH_2-CH=CH_2$ мы воспользовались данными о степени деполаризации, полученными в [17].

FOR OFFICIAL USE ONLY

FOR OFFICIAL USE ONLY

504

Ю. П. ЕГОРОВ, Л. А. ЛЕЯТЕС И В. Ф. МИРОНОВ

991 (10, дп), 1145 (290; 0,50), 1196 (25), 1246 (30), 1301 (125; 0,45), 1400 (50), 1415 (25), 1629 (430; 0,20), 2907 (240; 0,17), 2930 (30), 2973 (90, дп), 2995 (140; 0,26), 3082 (40; 0,70).

$$k = \frac{0,7787 \cdot 185}{84 \cdot 1,0337} = 1,86$$

IV. $\text{CH}_3\text{Ge}(\text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2)_3$
177 (80), 292 (50), 381 (40), 402 (85; 0,45), 542 (165; 0,15), 539 (70; 0,75), 596 (95; 0,87), 688 (90; 0,73), 704 (80), 892 (27), 932 (30, дп), 990 (25, дп), 1145 (350, дп; 0,50), 1239 (45), 1301 (190; 0,30), 1398 (80; 0,50), 1426 (27), 1629 (40; 0,54), 2907 (200; 0,20), 2938 (95), 2976 (35), 2995 (230; 0,25), 3080 (50; 0,67)

$$k = \frac{0,7787 \cdot 211}{84 \cdot 1,0222} = 1,91$$

V. $(\text{CH}_3)_2\text{SnCH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$
162 (320), 230 (45), 335 (5), 396 (70; 0,40), 482 (375; 0,27), 510 (1060; 0,12), 542 (720; 0,87), 671 (25), 882 (10; 0,930 (8, дп), 991 (6, дп), 1095 (640; 0,49), 1145 (350; 0,92 (420; 0,48), 1298 (130; 0,35), 1335 (10), 1375 (5), 1398 (60; 0,6), 1420 (5), 1629 (40; 0,30), 2961 (30), 2912 (320; 0,28), 2988 (140), 3082 (30; 0,86).

$$k = \frac{0,7787 \cdot 205}{84 \cdot 1,2549} = 1,51$$

Как установлено в [5,18], для аллильной группы, связанной с атомом Si, характерны частоты: 410, 930, 990, 1155, 1300, 1395, 1630 и 3060 см^{-1} .

Согласно табл. 1, эти линии КР при замене Si на другие элементы группы ведут себя по-разному. Одни (930, 990, 1300, 1398 и 3060) при переходе от C к Sn не меняют своего положения, а интенсивность их

Таблица

Характеристические частоты аллильной группы в соединениях $(\text{CH}_3)_2\text{M} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$ (в см^{-1})*

М	$\nu_{\text{C}=\text{C}}$	$\gamma_{\text{C}-\text{C}=\text{C}}$	$\rho_{\text{C}=\text{C}}$
C	1640 (120; 0,2)	460 (16; 0,5)	929 (1)
Si	1630 (210; 0,2)	410 (35; 0,4)	930 (4)
Ge	1630 (370; 0,25)	400 (60; 0,3)	930 (6)
Sn	1625 (1020; 0,3)	396 (105; 0,4)	930 (11)

М	$\rho_{\text{CH}=\text{CH}_2}$	$\beta_{\text{M}-\text{CH}_2}$	$\beta_{\text{CH}=\text{CH}_2}$
C	991 (5, дп)		1298 (65)
Si	990 (5, дп)	1155 (110; 0,4)	1300 (10)
Ge	990 (8, дп)	1145 (190; 0,5)	1300 (10)
Sn	990 (8, дп)	1095 (960; 0,5)	1298 (20)

М	α_{CH_2}	ν_{CH} (симм. в группе $-\text{CH}_2-$)	ν_{CH} (антисимм. в группе $-\text{CH}_2-$)
C	1410 (35; 0,56)	3000 (70; 0,2)	3060 (35)
Si	1395 (30; 0,6)	3000 (110; 0,2)	3078 (35)
Ge	1398 (85; 0,6)	2994 (110; 0,25)	3060 (35)
Sn	1398 (90; 0,6)	2988 (210)**	3082 (45)

* Первая цифра в скобках — интенсивность линий в максимуме, пересеченная на равное число молекул в рассеивающем объеме; вторая — степень деполаризации.

** Наложение двух линий.

FOR OFFICIAL USE ONLY

FOR OFFICIAL USE ONLY

КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЯНИЕ АЛЛИЛСИЛАНОВ, -ГЕРМАНОВ И -СТАННАНОВ 565

медленно растет. Поэтому можно утверждать, что эти линии связаны с такими колебаниями конечной группы $-\text{CH}=\text{CH}_2$, достаточно удаленной от M , на которых природа атома M сказывается мало. Однако частота симметричного валентного колебания CH группы $\text{CH}_2=$, равная приблизительно 3000 см^{-1} в спектрах $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ и $(\text{CH}_3)_3\text{SiCH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$, неожиданно понижается у $(\text{CH}_3)_3\text{Ge}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ до 2994 см^{-1} , а в спектре $(\text{CH}_3)_3\text{SnCH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ соответствующая линия, вероятно, сливается с линией, соответствующей антисимметричному валентному колебанию CH группы CH_2 (2988 см^{-1}).

Особенно интересно, что линия, соответствующая валентному колебанию двойной связи $\text{C}=\text{C}$, почти не меняет своего положения при замене центрального атома, но интенсивность ее в максимуме, как было сказано выше, возрастает в отношении приблизительно $1:2:4:8$. Измерив интегральную интенсивность* этой линии, мы получили принципиально те же результаты (в пересчете на равное число молекул в рассеивающем объеме):

$(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ — 350;

$(\text{CH}_3)_3\text{SiCH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ — 620;

$(\text{CH}_3)_3\text{GeCH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ — 1170;

$(\text{CH}_3)_3\text{SnCH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ — 3020 ед.

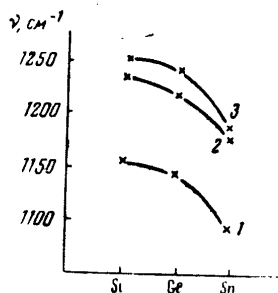
Отсюда видно, что полуширина этой линии при переходе $\text{C}-\text{Sn}$ почти не изменяется.

Линия, имеющая частоту 1155 см^{-1} в спектре $(\text{CH}_3)_3\text{SiCH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$, при замене Si на Ge и Sn значительно понижается по частоте и резко возрастает по интенсивности; при этом заметно увеличивается полуширина этой линии; поэтому интенсивность в максимуме уже не может являться правильной ее характеристикой. Интегральная интенсивность этой линии оказалась равна (в пересчете на равное число молекул в рассеивающем объеме) в спектре $(\text{CH}_3)_3\text{SiCH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ — 440 ед., $(\text{CH}_3)_3\text{GeCH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ — 2400 ед., $(\text{CH}_3)_3\text{SnCH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ — 9000 ед. Как отмечалось ранее [3, 6, 19], эта линия присутствовала в спектрах только тех органических соединений, где атом Si расположен в β -положении к кратной связи или ароматическому кольцу. Отнесение этой линии, данное ранее [6, 18], было ошибочным. Мы считаем, что более правильно отнести ее к деформационному колебанию угла $\text{M}-\text{C}-\text{H}$ в аллильной группе. Этот вывод следует из сопоставления положения частот данного колебания и колебаний угла $\text{M}-\text{C}-\text{H}$ в группах CH_2 и C_2H_5 , связанных с M (рисунк). Сходный характер изменения частот этих колебаний при замене центрального атома M указывает на их родственное происхождение. Что касается частот колебаний метильных групп, то характер их изменения тот же, что и у тетраметилпроизводных.

Молекулы типа $(\text{CH}_3)_3\text{M}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ можно приближенно рассматривать как принадлежащие к точечной группе симметрии C_{3v} . В такой системе имеется два валентных симметричных колебания остова типа A_1 , и одно дважды вырожденное типа E .

В табл. 2 приведены частоты, интенсивности, пересчитанные на равное число молекул в рассеивающем объеме (как в максимуме, так и интеграль-

* Интегральная интенсивность была измерена на приборе ИСП-51 с приставкой ФЭП-1 по методике [16] и выражена в циклогексановой шкале (интегральная интенсивность линии 802 см^{-1} циклогексана принята за 500 ед.).



Частоты деформационного колебания угла $\text{M}-\text{C}-\text{H}$:

1 — в $\text{M}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$,

2 — в $\text{M}-\text{C}_2\text{H}_5$,

3 — в $\text{M}-\text{CH}_3$.

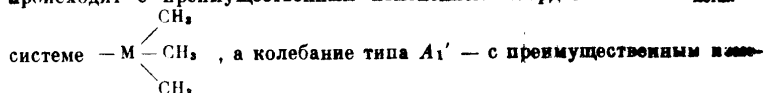
FOR OFFICIAL USE ONLY

FOR OFFICIAL USE ONLY

566

Ю. П. ЕГОРОВ, Л. А. ЛЕВТЕС И В. Ф. МИРОНОВ

ные, поскольку линии заметно меняют полуприкрытую, а также степени деполаризации линий, соответствующих валентным колебаниям остова исследованных молекул. Обращает на себя внимание тот факт, что интенсивность линии A_1' при переходе $Si \rightarrow Sn$ возрастает медленнее, чем у линий A_1'' и E . Это, по-видимому, связано с тем, что колебания типа A_1'' и E происходят с преимущественным изменением координат $M - C_{металл}$ в



нением координаты $M - C_{аллил}$ в $-M - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$. В пользу этого

говорит как расчет частот остова молекулы $(\text{CH}_3)_2\text{Si} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$ (5), так и изменение интегральной интенсивности линии, соответствующей колебанию остова типа A_1' , при переходе $Si \rightarrow Sn$, которое имеет тот же характер, что и линия, соответствующая колебанию двойной связи $C = C$. Это последнее обстоятельство может в какой-то мере свидетельствовать о взаимодействии электронных облаков связей $M - C_{аллил}$ и $C = C$ (ср. эффект сопряжения кратных связей).

Таблица 2

Частоты и интенсивности валентных колебаний остова молекулы $(\text{CH}_3)_2M - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$ (где $M = Si, Ge, Sn$)^{*}

Тип колебания	Частоты в см ⁻¹		
	Si	Ge	Sn
A_1'	556 (220, 610; 0,18)	526 (240, 1050; 0,20)	482 (560, 1100; 0,27)
A_1''	630 (100, 370; 0,15)	572 (450, 1320; 0,18)	510 (1600, 1700; 0,17)
E	699 (45, 275; 0,90)	600 (240, 1250; 1,0)	532 (1090, 1100; 0,87)

^{*} Первая цифра в скобках — интенсивность в максимуме линии; вторая — интегральная интенсивность; третья — степень деполаризации.

Вообще говоря, при переходе $C \rightarrow Sn$ и следовало ожидать увеличения интенсивности линий, соответствующих колебаниям, в которых принимает участие центральный атом M , так как повышение металлических свойств центрального атома связано с большей подвижностью его валентных электронов. Также не вызывает удивления и малое изменение интенсивности линий, соответствующих колебаниям связей и углов, удаленных от M . Однако факты, неожиданного увеличения интенсивности линии, соответствующей колебанию двойной связи, в спектрах аллильных соединений и уменьшения интенсивности этой же линии в спектрах винильных соединений при переходе $C \rightarrow Sn$ нельзя объяснить только исходя из увеличения поляризуемости M ; эти факты требуют привлечения дополнительных гипотез. Такой гипотезой является упомянутое выше представление об особом взаимодействии электронной оболочки атома M ($M = Si, Ge, Sn$) с кратной связью, выдвинутое нами при изучении кремнийорганических соединений. Если атом M расположен в β -положении к кратной связи, то это взаимодействие, как сказано выше, по своим проявлениям аналогично сопряжению кратных связей. При замене Si на Ge и Sn это взаимодействие, очевидно, усиливается, что следует, например, из рассмотрения соотношения интенсивностей линий, соответствующих колебаниям двойной связи в спектрах аллилов и винилов $I(C = C)_{аллил} / I(C = C)_{винил}$, которое для Si равно 4,2, для Ge — 11,2, для Sn — 37,9.

FOR OFFICIAL USE ONLY

FOR OFFICIAL USE ONLY

КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЯНИЕ АЛЛИЛСИЛАНОВ, ГЕРМАНОВ И СТНАНАНОВ 567

Без расчета форм колебаний молекул трудно сделать определенные предположения о причинах этого явления, но несомненно, что немалую роль играет наличие у атомов Si, Ge, Sn (в отличие от C) вакантных d -орбит, которые, по мнению ряда авторов [20—22], могут даже принимать участие в образовании химической связи.

Для подтверждения «барьерного» характера центрального атома и вытекающих отсюда аддитивных свойств спектра КР нами были получены спектры $(CH_3)_3Ge(CH_2-CH=CH_2)_2$ и $CH_3Ge(CH_2-CH=CH_2)_3$. Оказалось, что частоты, характерные для группы $-CH_2-CH=CH_2$ у $CH_3Ge(CH_2-CH=CH_2)_3$ при этом не изменили своего положения, а интенсивность этих линий увеличилась примерно вдвое и втрое соответственно, так же, как это имеет место для аллилсиланов. Это иллюстрируется табл. 3, в которой приведены интенсивности линий (в пересчете на равное число молекул в равновесном объеме), деленные на число аллильных групп в молекуле.

Таблица 3

Интенсивности, приходящиеся на одну аллильную группу в спектрах $(CH_3)_3Ge(CH_2-CH=CH_2)_n$ ($n=3, 2, 1$)

Частота, см ⁻¹	Интенсивность линии, деленная на число аллильных групп в молекуле		
	$(CH_3)_3GeCH_2CH=CH_2$	$(CH_3)_2Ge(CH_2CH=CH_2)_2$	$CH_3Ge(CH_2-CH=CH_2)_3$
60	60	50	53
15	15	20	23
100	100	105	120
35	35	42	50
370	370	355	345
110	110	115	140
35	35	32	31

Спектры аллилгерманов дают возможность проследить переход частот от C_{3v} (см. табл. 4) при изменении симметрии молекулы по схеме:

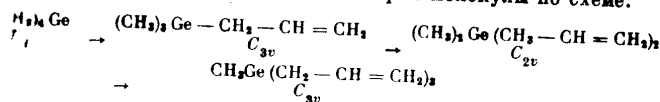


Таблица 4

Частоты остова метилалилгерманов

Симметрия	T_d	C_{3v}	C_{2v}	C_{3v}
Соединение	$(CH_3)_4Ge$	$(CH_3)_3GeCH_2-CH=CH_2$	$(CH_3)_2Ge(CH_2-CH=CH_2)_2$	$CH_3Ge(CH_2-CH=CH_2)_3$

Частоты, см ⁻¹	$A_1 558 (n) \rightarrow$	$A_1 526 (0,20) \rightarrow$	$A_1 521 (0,25) \rightarrow A_1 512 (0,15)$	$B_1 537 (0,73) \rightarrow E_1 539 (0,76)$
		$A_1 572 (0,18) \rightarrow$	$A_1 585 (0,39) \rightarrow$	$A_1 596 (0,38)$
	$F_2 595 (дп) \rightarrow$	$E 600 (1,0) \rightarrow$	$B_2 605 (0,76)$	

Таким образом, рассмотрение имеющихся в литературе, а также полученных нами спектров кремний-, германий- и оловоорганических соединений, позволяет сделать общий вывод, что по мере замены центрального атома M в молекуле R_1-M-R_2 в ряду $C \rightarrow Si \rightarrow Ge \rightarrow Sn$ взаимодействие заме-

FOR OFFICIAL USE ONLY

FOR OFFICIAL USE ONLY

368

Ю. П. ЕГОРОВ, Л. А. ЛЕЙТЕС И В. Ф. МИРОНОВ

стителей R между собой ослабляется, а взаимодействие связей внутри каждого R с электронной оболочкой центрального атома усиливается.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Д. Петров, Ю. П. Егоров, В. Ф. Миронов, Г. М. Никитин, А. А. Бугоркова. Изв. АН СССР. Отд. хим. н., 60 (1956).
2. Ю. П. Егоров, Е. А. Чернышев. Материалы X совещания по спектроскопии, 1, 390 (1957).
3. Ю. П. Егоров, Л. А. Лейтес, Н. Г. Тодстикоца, Е. А. Чернышев. Изв. АН СССР. Отд. хим. н., 445 (1961).
4. Ю. П. Егоров. Труды конференции «Химия и практическое применение крестовидных соединений», вып. 3, стр. 37, ИБТН, Л., 1958.
5. Ю. П. Егоров. Канд. диссертация, МГУ, 1957.
6. Ю. П. Егоров. Изв. АН СССР. Отд. хим. н., 124 (1957).
7. В. Ф. Миронов, Ю. П. Егоров, А. Д. Петров. Изв. АН СССР. Отд. хим. н., 140 (1959).
8. Ю. П. Егоров, Л. А. Лейтес. Материалы XIII совещания по спектроскопии (в печати).
9. Ю. П. Егоров, Л. А. Лейтес, Г. Я. Зуева, В. А. Пешомаренко. Изв. АН СССР. Отд. хим. н. (1961) (в печати).
10. D. H. Rank, B. D. Saksena, E. R. Shull. Disc. Faraday Soc., 9, 187 (1950).
11. W. F. Edgell, C. H. Ward. J. Amer. Chem. Soc., 77, 6480 (1955).
12. H. Siebert. Z. anorg. allgem. Chem., 268, 3, 177 (1952).
13. E. R. Lippincott, M. C. Tobin. J. Amer. Chem. Soc., 75, 4441 (1953).
14. D. N. Waters, L. A. Woodward. Proc. Roy. Soc., A246, 119 (1958).
15. А. Д. Петров, В. Ф. Миронов, И. Е. Долгий. Изв. АН СССР. Отд. хим. н. 144 (1956).
16. Г. С. Ландаберг, П. А. Бажулин, М. М. Сущинский. Основные параметры спектров комбинационного рассеяния углеводородов. Изд-во АН СССР, М., 1956.
17. W. G. Braun, D. F. Spooner, M. R. Fenske. Anal. Chem., 22, 1074 (1950).
18. Ю. П. Егоров, П. А. Бажулин. Докл. АН СССР, 88, 647 (1953).
19. А. Д. Петров, В. Ф. Миронов, В. И. Глуховцев, Ю. П. Егоров. Изв. АН СССР. Отд. хим. н., 1091 (1957).
20. F. G. A. Stone, D. Seyferth. J. Inorgan. Nucl. Chem., 1, 112 (1953).
21. D. P. Craig. J. Chem. Soc., 332 (1954).
22. J. Chatt, A. A. Williams. J. Chem. Soc., 4403 (1954).

Институт органической химии
им. Н. Д. Зелинского АН СССР

Статья поступила
18 ноября 1960 г.

FOR OFFICIAL USE ONLY

